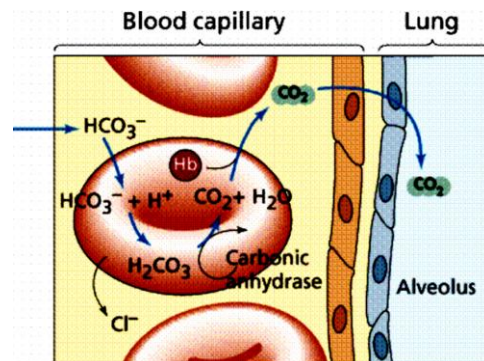
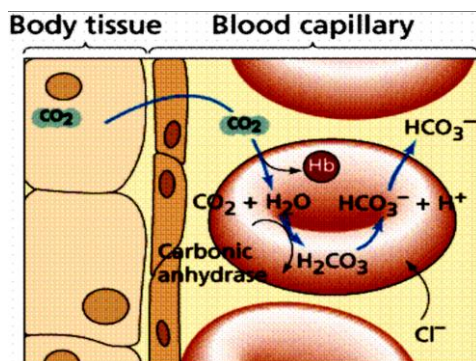
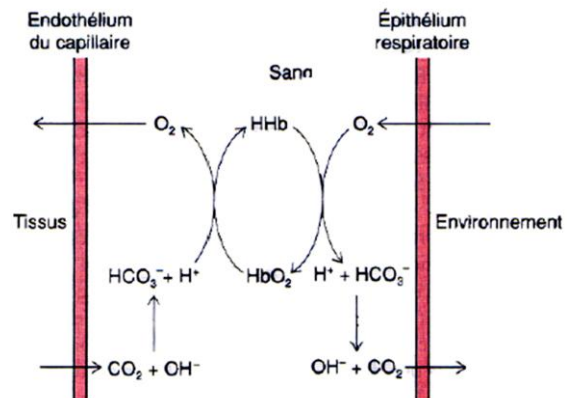
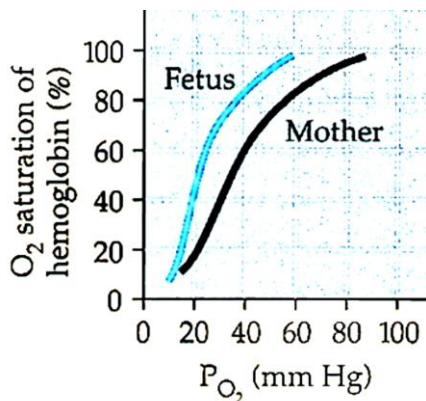


Rappel :

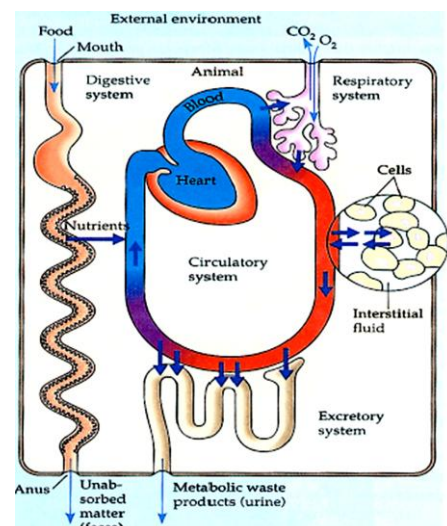
Grande fonction physiologique de l'animal :

- nécessité d'amener des nutriments (*syst. Digestif*) ;
- approvisionnement en gaz (*syst. Respiratoire*) ;
- transport de ces molécules dissoutes pour être distribué. *La distribution a présenté un problème logistique en fonction de la taille de l'individu, ainsi que l'élimination des déchets métaboliques.*

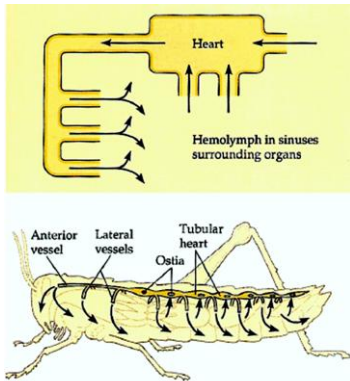
Le système circulatoire :

Au fur et à mesure que la taille de l'animal \nearrow , il a fallu optimiser le transport efficace de ces molécules. En particulier une molécule dont nous ne possédons pas de réserve et qu'il faut apporter tout le temps : l'O₂. Si on supprime l'arrivée d'O₂ pendant **3 min**, des lésions cérébrales apparaissent. Il y a une formation progressive au cours de l'évolution.

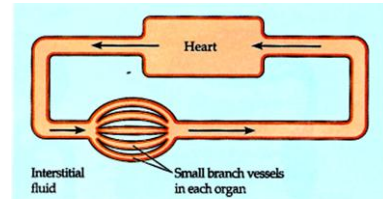
Chez l'homme, ce système fonctionne en double circuit fermé. Le mouvement du sang va devoir être animé au départ pour pouvoir assurer une circulation. C'est un système continu où le sang vient s'oxygéner et va pouvoir éliminer les déchets non volatil et se charger de nutriments absorbés. Pour faire avancer ce liquide nourricier, l'organisme va utiliser une pompe.



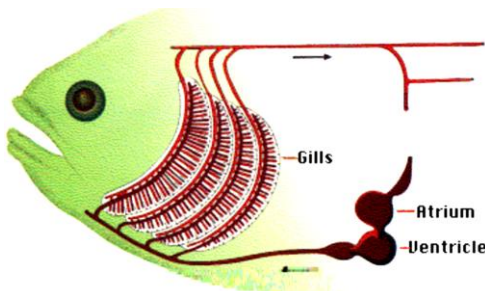
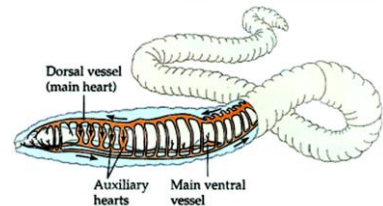
Ce liquide assure la captation des nutriments, de l'oxygène, le transport et l'élimination des déchets gazeux et non volatils. Il connecte tous les systèmes qui participent à l'homéostasie de la « mer intérieure » : tenir stable le milieu intérieur dans lequel les ϕ de l'organisme baignent.



En ce qui concerne les insectes, la nature a élaboré un système tubulaire associé à une pompe caractérisé par le fait qu'elle va projeter le liquide pour assurer sa circulation. Il y a des **cœurs multiples** qui vont créer un flux d'hémolymph qui va circuler et assurer la circulation de toute une série de molécules. C'est un système ouvert.



Très rapidement, il s'est avéré bien plus utile, pour avoir une pression, d'utiliser un système fermé. Comme chez les lombrics par exemple. Celui-ci bénéficie d'un circuit continu. Le cœur va projeter le sang dans un système de capillaire. Ces capillaires vont aller véritablement échanger le contenu du sang avec le milieu extra ϕ ^R et les organes.

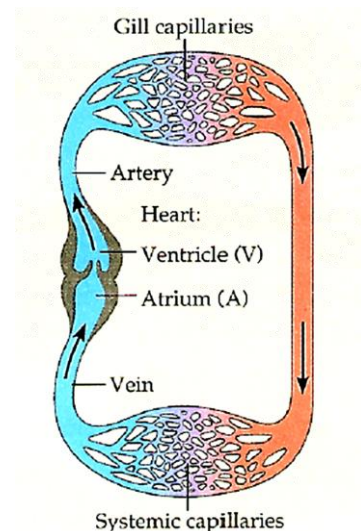


le cœur des poissons : Un cœur relativement simple. C'est un circuit unique, fermé avec un seul cœur. Ce dernier est une π^o segmentaire du système cardiovasculaire, une sophistication de plus en plus importante pour que la projection se fasse de manière plus importante. On observe une chambre de remplissage : l'atrium qui

va remplir la pompe, une chambre d'éjection qui est le ventricule. Pour ne pas perdre de temps, pendant que le ventricule éjecte le sang, l'atrium se remplit pour optimiser le remplissage ventriculaire.

La présence du cœur va permettre d'identifier plusieurs segments fonctionnels :

- Le cœur ;
- Les veines (*arrivant au cœur*) ;
- Les artères (*sortant du cœur*) ;
- Système capillaire.



La fonction du cœur : propulser le sang dans le système vasculaire. Les capillaires sont les véritables segments fonctionnels d'échanges : entrés dans le sang et sorti (*gaz et nutriments*). Au niveau anatomique, la paroi du ventricule va être beaucoup plus épaisse car il va devoir éjecter le sang.

On va devoir faire circuler le sang. Il faut inventer un système qui permet de diriger le sang dans un sens précis : invention des valves : structures répondant à la pression pour réaliser une action mécanique définissant le sens d'évolution du fluide (*et empêche le reflux*).

Maladie qui s'attaque au valve ou cœur qui se dilate : reflux : problème majeur pour le système cardiovasculaire.

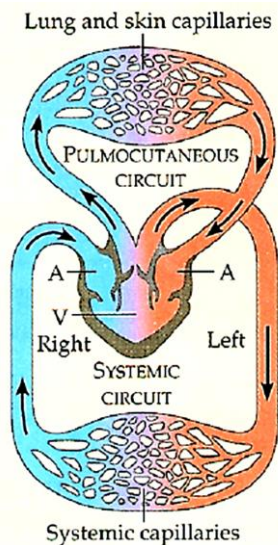
Sur une coupe du cœur de poisson : on voit une valve auriculo ventriculaire et une valve ventriculo-aortique. L'oreillette se contracte, remplit le ventricule puis dès que le remplissage du ventricule est complet, celui-ci commence à se contracter pour éjecter le sang dans l'artère.

Le circuit simple cardiovasculaire : on a en réalité 2 systèmes capillaires qui sont en série. Artère qui sort du ventricule qui va traverser d'abord le réseau capillaire branchiale : sang appauvri en **O₂** et enrichi en **CO₂**. Au niveau des branchies. Echange gazeux puis les artères forment un réseau capillaire qui reforme ensuite une artère. Puis on a un 2^e système capillaire systémique (*cela signifie tous les systèmes en même temps sauf le système respiratoire qui recharge en gaz*). le réseau capillaire est en série avec un autre réseau capillaire : c'est le système porte.

Le problème de ce système : étant donné que l'on a 2 systèmes capillaires, on va avoir une \searrow de la pression et une perte de puissance après le premier capillaire.

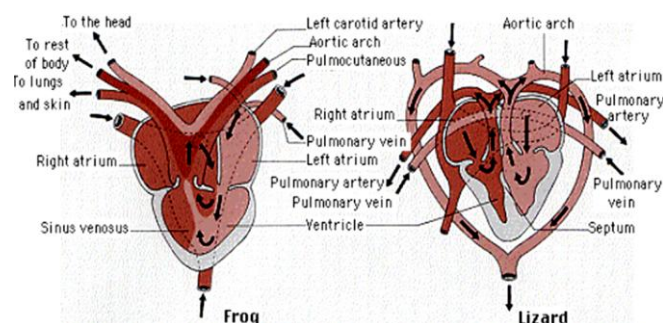
Q : comment est ce qu'un réseau capillaire dont le diamètre est nettement plus petit qu'un diamètre d'une artère peut voir sa pression diminué.

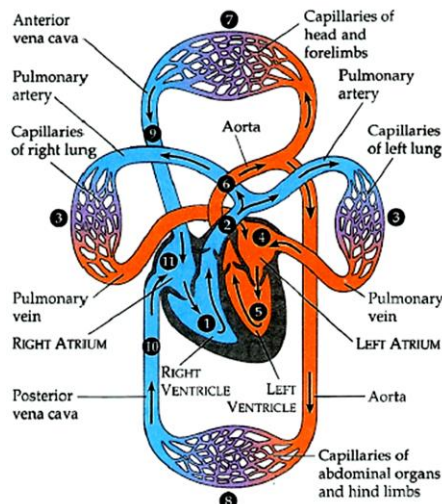
R : une artère se divise en de nombreuses ramifications capillaires.



Pour les poissons, n'ayant pas une activité métabolique avancée et le peu d'efficacité de la respiration chez le poisson, ce système convient bien. Par contre, chez les batraciens, cette perte de pression limitait l'activité métabolique notamment du muscle. Ils ont dédoublé le système cardiovasculaire en 2 réseaux : la parallélisation va garantir une répartition des pressions dans les 2 réseaux permettant une perfusion efficace au niveau pulmonaire et systémique. Chez eux, le cœur ne s'est pas complètement dédoublé, progressivement, au cours de l'évolution on est passé d'un cœur simple ayant un ventricule unique permettant d'expulser de par le positionnement du sang dans les artères correspondant le sang adéquat. Puis une paroi a commencé à se mettre en place au cours de l'évolution.

Quand on parle d'artère ou de veine, on a aucune information sur la qualité du sang qui y circule mais bien sur le sens dans lequel le sang y circule (*vers ou depuis le cœur*). L'évolution a mené à un cœur permettant la propulsion de liquide dans un double circuit en huit.





Progressivement, en passant de la grenouille au lézard, de plus en plus une séparation, une hermétisation relative des 2 systèmes. Les ventricles commencent à se séparer également. Suffisamment pour qu'il y ait moins de sang qui se mélange au moment de l'éjection. A force de tenter de cloisonner et de guider le 2 sangs. On arrive à ce système de 2 circuits indépendants cloisonnés.

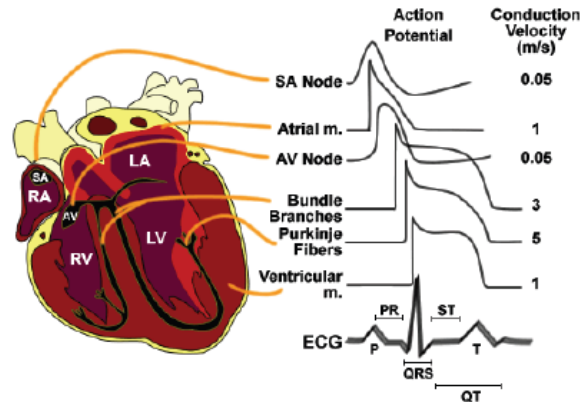
Efficacité optimale avec en plus une pression de perfusion optimale...

On a un système cardiovasculaire avec un cœur double... cœur droit et cœur gauche qui ont leur propre fonctionnement qui dépendent l'un de l'autre puisqu'ils sont en parallèle...

Au niveau embryonnaire : torsade, rotation qui vont rendre les structures anatomiques complexes avec des systèmes parfois pathologiques : communication entre les 2 atria : lors de la première respiration, les modifications de pression ferment le trou de Botal.

La contraction cardiaque est provoquée par l'action des pacemakers physiologiques, de manière spontanée (*L'infarctus droit est moins facilement diagnostiquable. Il n'a pas un tableau sémiologique aussi flagrant que l'infarctus gauche*). Les manifestations de dépolarisation et de repolarisation des membranes des ϕ myocardiques : génération de phénomène électrique grâce à un ECG : on peut percevoir des fluctuations de courant électrique. Cela permet de donner une image dynamique de l'activité cardiaque.

L'onde P : contraction de l'oreillette. Parfois on a plus d'onde p : fibrillation auriculaire (*dans ce cas, prise en charge par le pace maker atrio-ventriculaire*). Sur le complexe QRS : contraction du ventricule

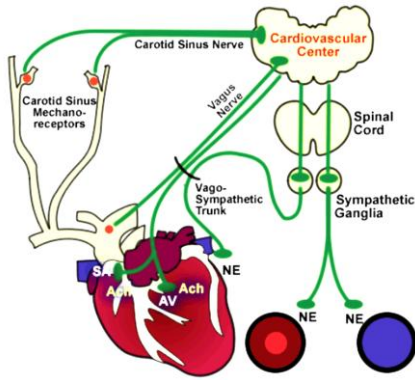


Q : il y a 2 pace makers, dans les situations normales, lequel bat plus vite ?

R : sinusal

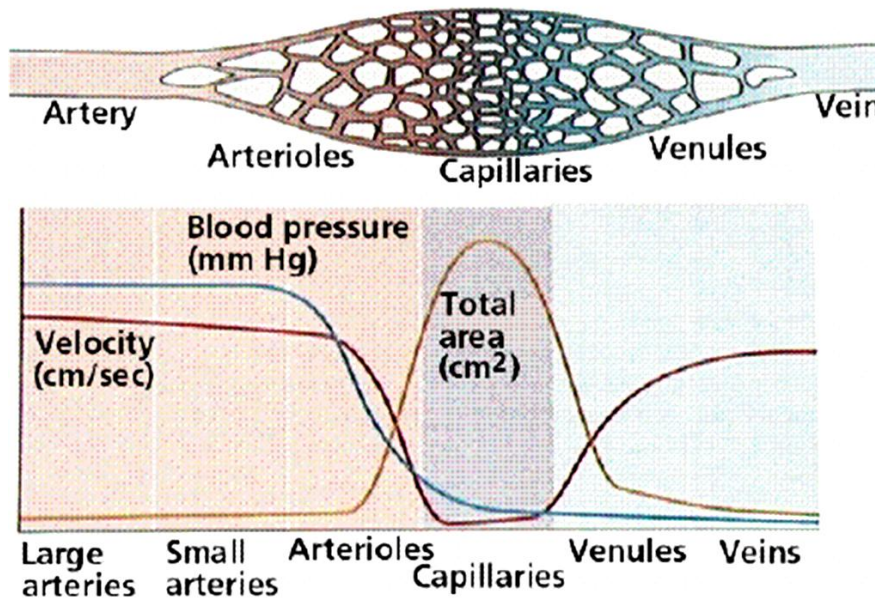
L'étude de l'ECG permet de voir l'activité musculaire ou plus précisément son activité électrique.

Le fonctionnement cardiaque est sous haute surveillance car le cerveau ne peut pas se priver d'**O2** : donc toute une série de barorécepteurs, de chémorécepteurs... extrêmement connectés avec le système cardiaque et bien entendu des connexions avec des pace makers. On a également des hormones en superposition dans le SNC, notamment l'**adrénaline** qui va stimuler contrairement à l'action de l'**acétylcholine** (*patient hypersensible au niveau des carotides : peuvent présenter des troubles cardiaques et donc des pertes de conscience*). L'information : trop de pression au niveau du cœur : vasodilatation.



Syndrome des conducteur de bus : col serré et st° des barorécepteurs du sinus carotidien : effet chronotrope négatif et risque de syncope. Au moment de l'arrivée du sang au niveau des capillaires : chute de pression.

L'élasticité des parois des artères et des artérioles efface les oscillations de pression, le pouls, au niveau des veines. Le sang dans les veines doit remonter vers le cœur par le biais des mouvements inspiratoires, de la présence de valve, de la pompe musculaire...



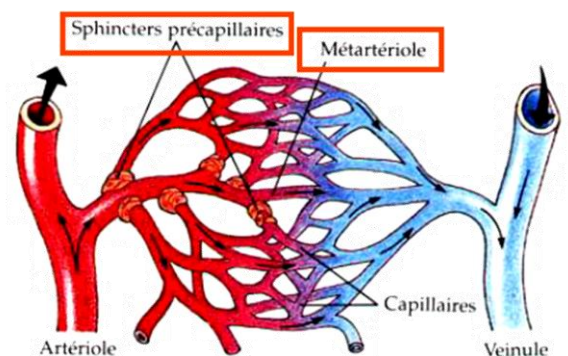
Si une valve ne fonctionne plus, cela va surcharger la précédente et créer un cercle vicieux induisant des varices.

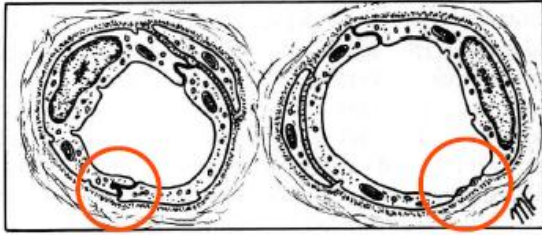
Q : Une pression trop élevée peut entraîner des varices au niveau de quel cœur ?

R : le cœur droit : déficit de retour veineux

On a des régulations permettant à la perfusion (capacité de varier la quantité de sang qui va perfuser qui va pénétrer dans un tissu à travers les vx). Au niveau du cerveau, notamment, les vx peuvent s'ouvrir ou se fermer.

Système de régulation, quand on a froid : fermeture des vx périphérique pour privilégier le central et pour éviter les déperditions de chaleur par le biais de sphincter pré-capillaire commandé par le SNA ortho ou paraΣ.



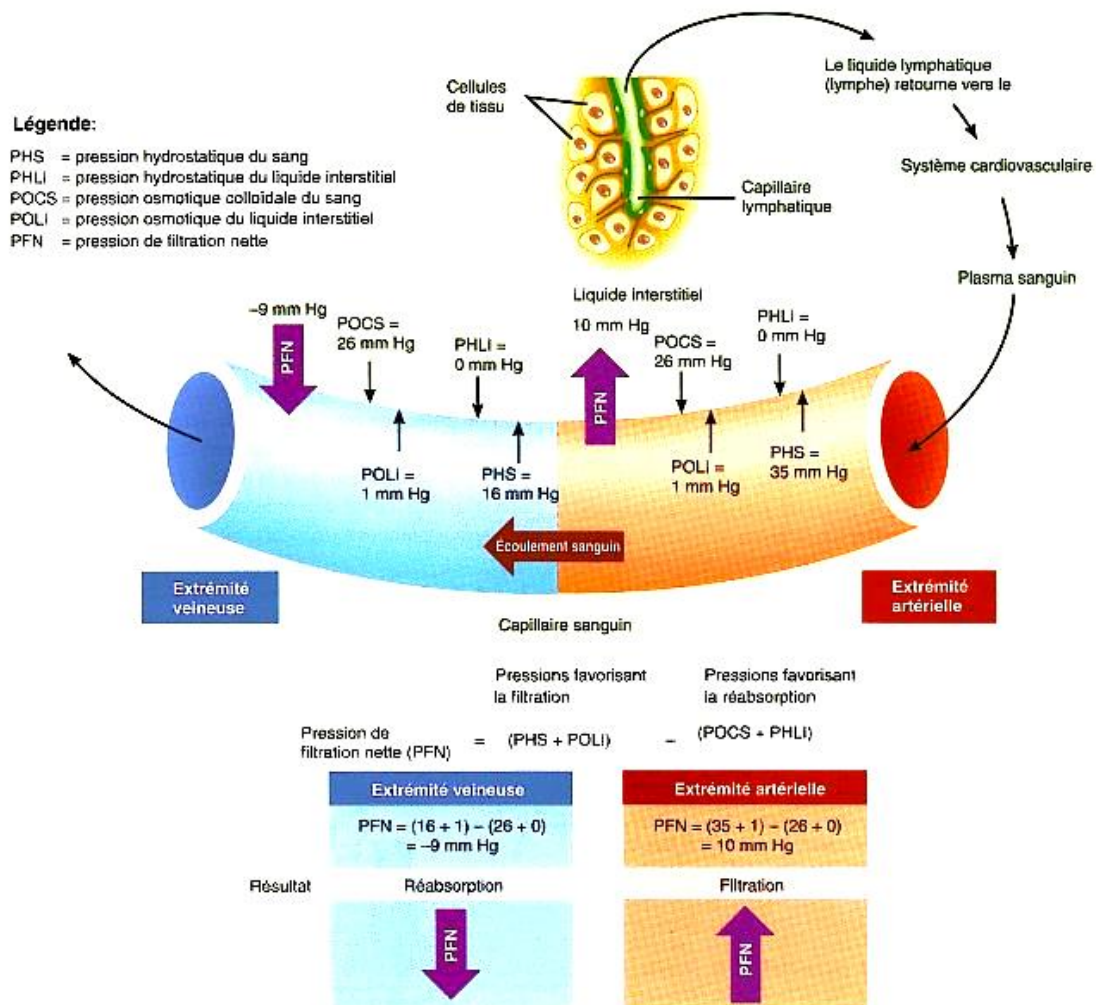


Les échanges se font à travers une membrane capillaire. Les capillaires peuvent être fenêtrés, sinusoïdes...

(À gauche : jonction serrée ; à droite : fenêtré)

On va également avoir au niveau des capillaires un échange entre le sang et le liquide : 2 forces vont s'opposer (schéma de Starling) :

- La pression hydrostatique provoquée par la pression dans les artères ;
- La pression osmotique (*oncotique*) : par la présence de protéines dans le sang.



Il sort plus de liquide qu'il en rentre : **3 litres** reste dans l'extrac^R : c'est récupéré par le système lymphatique. La quantité d'eau qui va rester dépend de la pression hydrostatique et de perfusion.

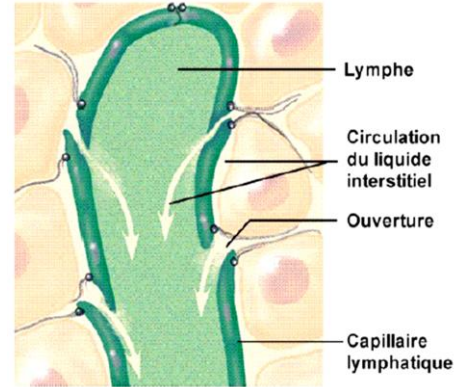


Ex de maladie de kwashiorkor : carence en protéine et donc pas de pression oncotique pour faire re-renter l'eau dans les vx donc accumulation de liquide dans l'extraçR. risque d'auto-cannibalisme pour aller chercher les protéines dans les muscles.

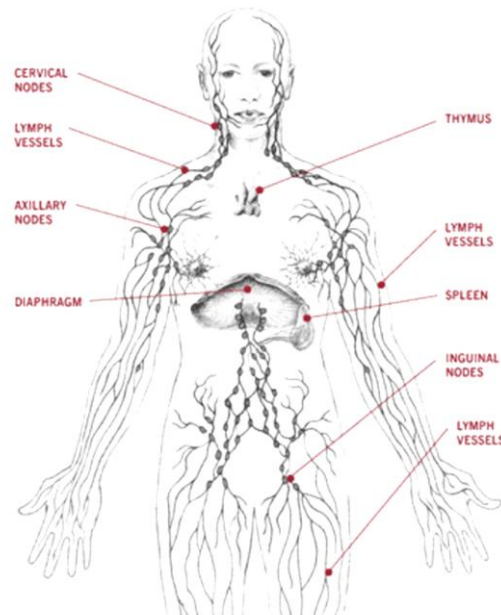
Le devenir de ce surplus de liquide est repris par un système parallèle : le système lymphatique : il permet de drainer le milieu

extraçR.

La lymphe va être reversée au niveau des veines sous-clavières. *Le débat : on ne sait pas encore si les vx sont fermé ou ouvert.*



Si le système lymphatique ne fonctionne pas, il y a formation d'œdème. C'est une accumulation de liquide au niveau extraçR. Ils peuvent obstruer les voies respiratoires.



Ils peuvent être statique (*variation de pression*) ou dynamique (*allergie*). On parle d'exsudat (*liquide + protéine*) et de transsudat (*liquide uniquement*). Le système lymphatique est le siège des zones immunitaires : les ganglions lymphatiques. Superposition du système lymphatique permettant le drainage continu du LEç et du système immunitaire (*le drainage lymphatique naturel ou manuel aide à l'activité de ce système*).

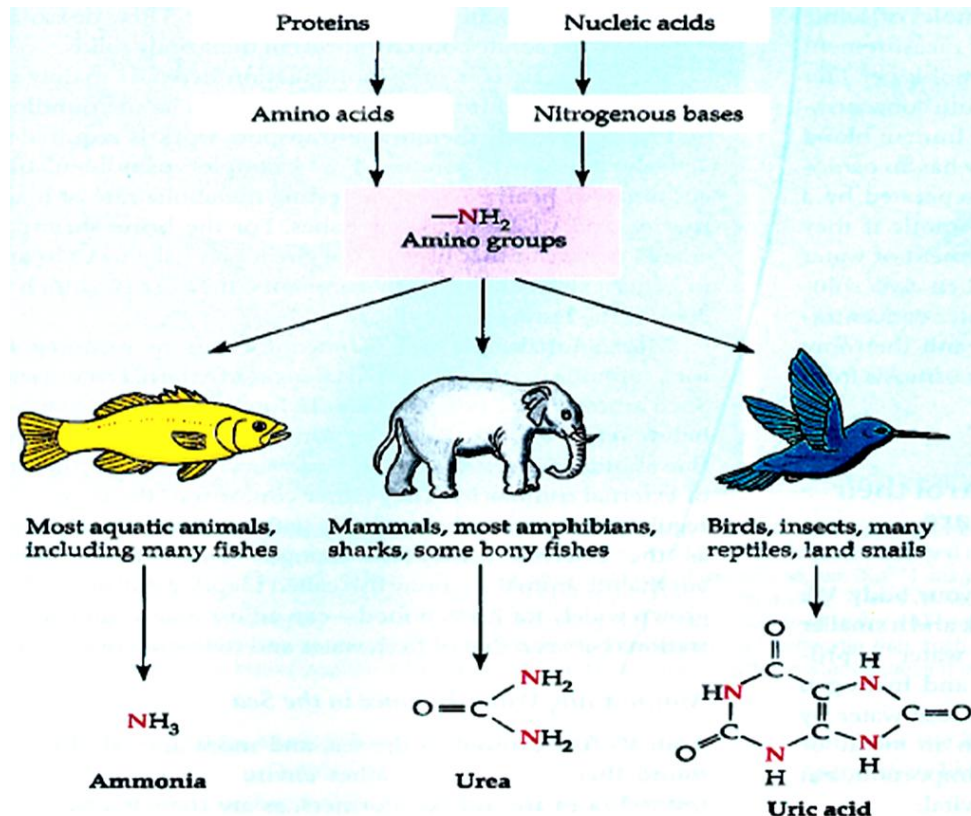
Le syst. L fonctionne très lentement. Ces ganglions lymphatiques reçoivent toutes les informations mentionnant l'arrivée d'un corps étranger. Gonflement possible si obstruction du gg lymphatique (*éléphantiasis*). On parle de syndrome du gros bras lors de l'ablation d'un sein avec gg sous axillaire. *Éléphantiasis : due a la présence de filaire, des petits vers, dans les voies lymphatiques.*



Le système excréteur :

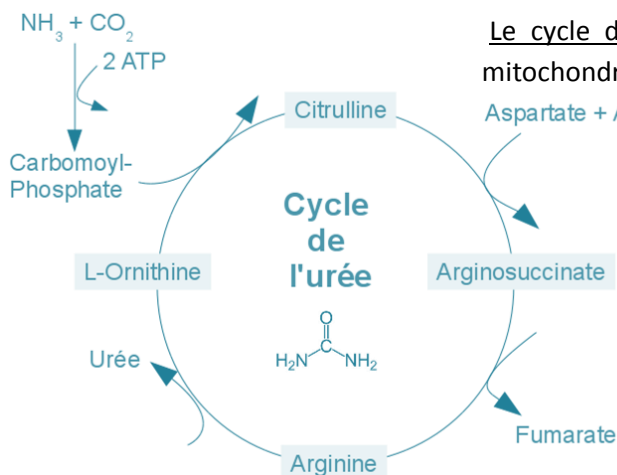
C'est le système fondamental pour l'homéostasie du système interstitiel. Les acides, l'excès d'électrolyte (*sodium*), des toxines, des hormones...

Parmi les déchets du métabolisme que les organismes animaux vont devoir éliminer : déchet azoté : justement, toute une série d'aa, pour pouvoir être utilisés : doivent être désaminés. Le groupement amine pose un problème. Cette désamination se fait au niveau du foie. Cela entraîne la formation d'ammoniac qui va se transformer en urée dans le cycle de l'urée.



Nous devons éliminer les déchets, les toxines, les toxines incorporées via les émonctoires physiologique de l'organisme : le tube digestif via la bile, via la peau (*le foie joue un rôle important dans la détoxification des toxines en substance inactive*), le liquide interstitiel doit être stable...

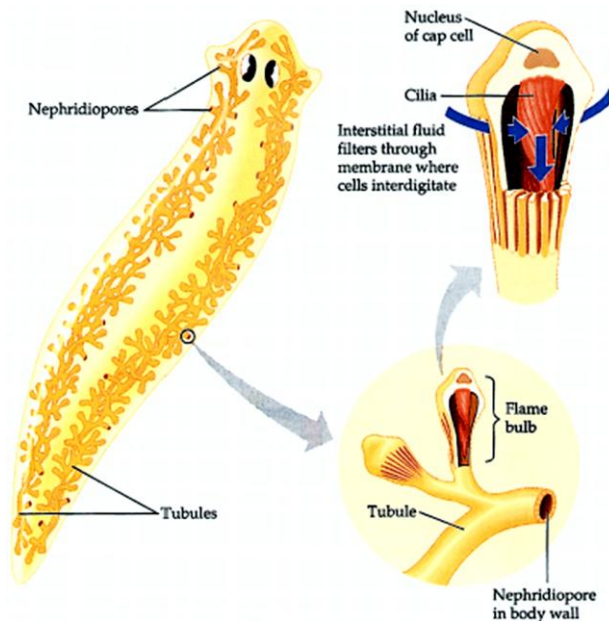
Un des grands soucis dans les molécules à éliminer : ce sont les déchets azotés qui proviennent du catabolisme. La plupart des mammifères vont utiliser l'urée, certains oiseaux utilisent l'acide urique et certains animaux aquatiques vont utiliser l'ammoniac.



Le cycle de l'urée : l'ammoniac est produit au niveau de la mitochondrie : la citrulline va permettre de produire l'urée pour être éliminé au niveau du rein.

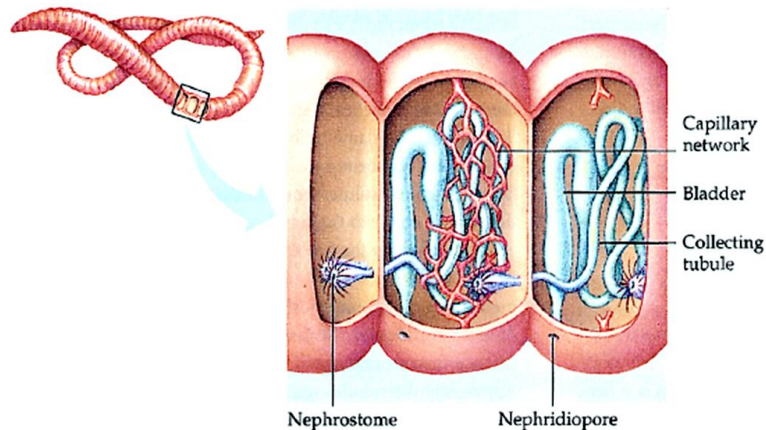
Pour pouvoir éliminer les toxines, il y a toute une série de défis à surmonter : ces toxines sont dans le LEC, dans le sang ou la lymphe et il faut les éliminer sous forme dissoute. On ne peut pas

éliminer à la même concentration, sinon on va perdre trop de liquide donc il faut la concentrer dans un minimum de liquide. Ce système de concentration va coûter beaucoup d'é. Il y aura beaucoup de mitochondrie. Il va falloir faire la différence entre les toxines, les molécules non utiles et les molécules utiles tout cela contenu dans le sang. Il faut pouvoir éliminer les toxines et ne pas perdre trop d'éléments importants. Le rein fait de la filtration excrétion réabsorption.

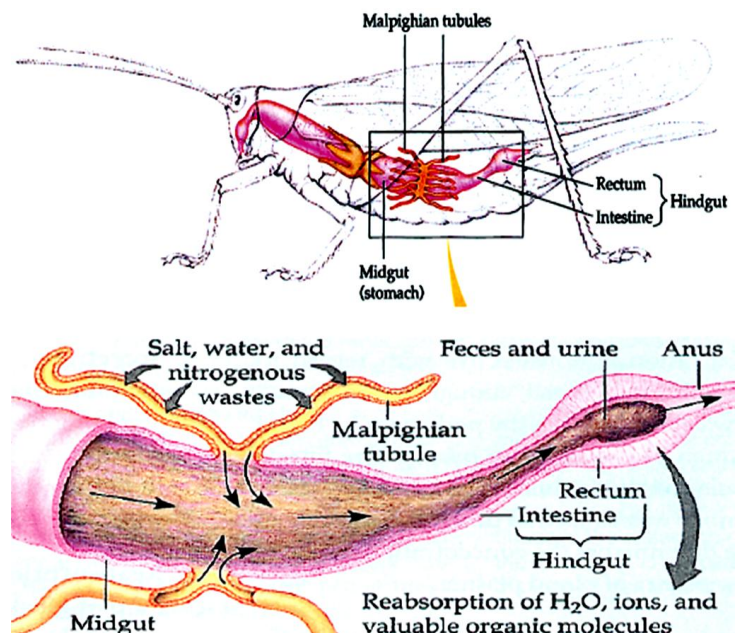


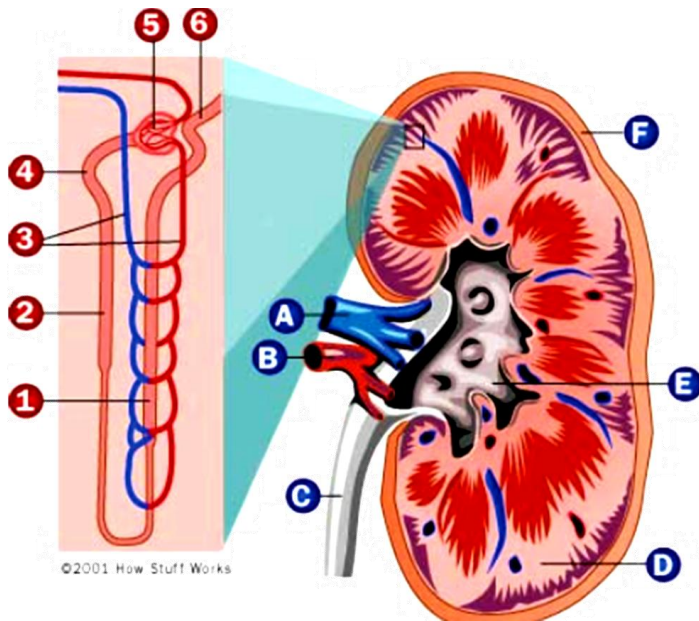
Il faudrait avoir une membrane extrêmement sophistiquée qui ne laisse passer que les toxines en considérant sa nature chimique : c'est impossible. Dans le ver plat : système de concentration d'excrétion : captation par transport actif des solutés : filtration à travers une membrane. Il n'y a pas trop de liquide à nettoyer.

Chez le lombric : passage des protéines du capillaire vers un tube collecteur, il y a une captation au niveau du nephrostome : le LEC est absorbé dans un segment puis va être acheminé dans un tube se situant dans un autre segment.



Il y a toute une série de systèmes excréteurs : chez l'insecte, on observe des tubes malpighiens qui sont annexés au colon de l'insecte et qui capte le sel avec les déchets azoté : le système urinaire et digestif se retrouve au niveau de l'anus.



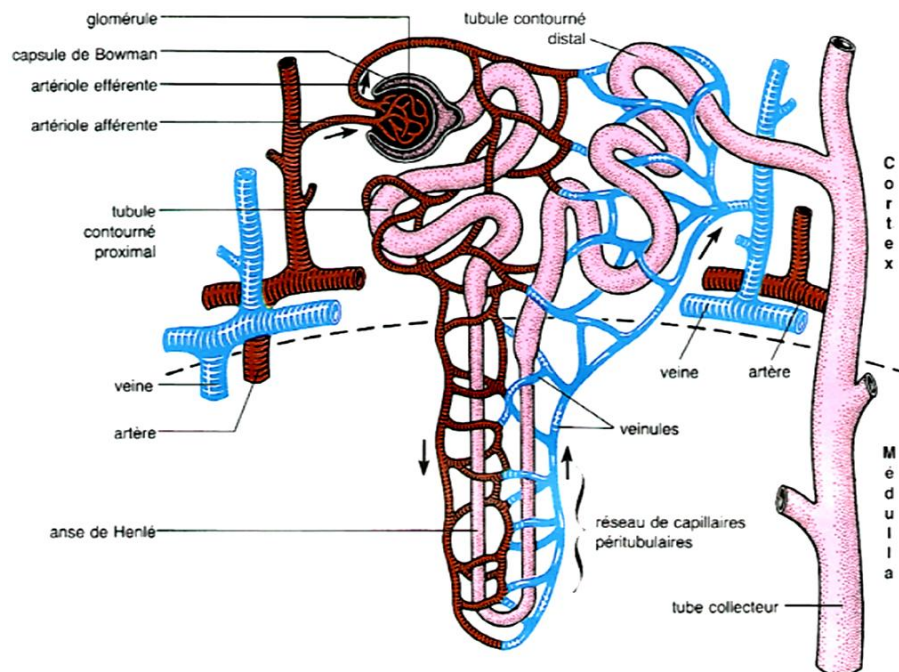


Puis on arrive au rein des mammifères : c'est un organe d'excrétion de filtration et d'élimination. Il a la forme d'un haricot. Quand on la section, on voit un cortex et la médulla occupé par les pyramides : puis cela se continue par le calice qui récolte l'urine.

Le rein est un assemblage d'une grande quantité de néphrons (*unité fonctionnelle du rein*). Ce dernier doit maintenir stable le volume ECR, de maintenir stable le pH extraCR, ainsi que l'équilibre ionique.

Le néphron est tube avec différents segments. Ce système de tube fermé est en contact avec la circulation par une interface particulière. Le néphron a toute une série de segments fonctionnels. Le positionnement au niveau du rein permet de comprendre mieux l'aspect anatomique du rein.

Le glomérule se continue par le TCP puis l'anse de Henlé puis TCD puis tube collecteur.



Ces néphrons peuvent avoir des aspects totalement \neq . Au sein d'un même néphron : on peut en avoir ayant des structures \neq . On peut avoir une diversité dans la structure et l'anatomie des néphrons. On a aussi des artères qui perfusent le rein. On voit que les branches de l'artère rénale

Chaque néphron est perfusé par une branche de l'artère rénale : on va avoir 2 systèmes capillaires : chaque artère glomérulaire va d'abord rentrer dans le glomérule pour former un système

capillaire. A la sortie de ce système capillaire : reformation d'une artériole. Tout de suite après : de nouveau un réseau capillaire qui va venir irriguer tout le reste du néphron.

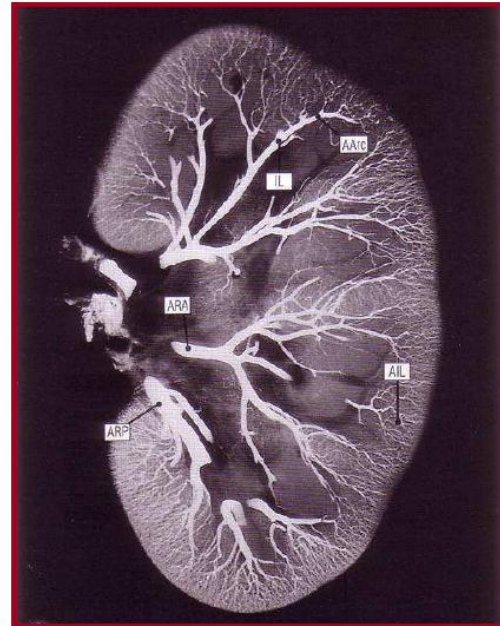
ARA : artère rénale antérieure

ARP : artère rénale postérieure

IL : artère interlobaire

AArc : artères arciformes

AIL : artères interlobulaires



Au départ, on a le néphron qui provient du tube de Malpighi. On va avoir une structure composée du tissu épithéliale du néphron et des ϕ endothéliale des capillaires. Le sang arrive à très haute pression dans ces capillaires. C'est au niveau du glomérule que se forme l'urine primitive. On ne fait pas trop la \neq , tout passe par le biais d'une forte pression hydrostatique.

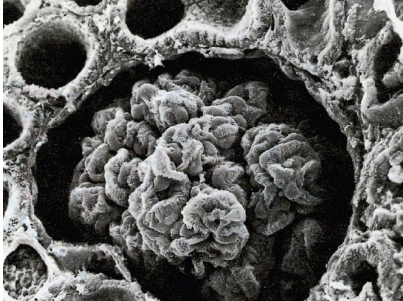
Les néphrons filtrent au niveau de la chambre glomérulaire : **125ml/min** donc **180L/jours** de liquide filtré : c'est **16 fois** tout le liquide extra ϕ R. Il faut éliminer les toxines mais pas tout le reste. (Faire la \neq entre de l'acide tartrique, de l'acide malique, etc...). Donc la décision pratique et intelligente, c'est de tout filtrer et de réabsorber ce dont on a besoin. En général on va réabsorber **178L**. L'activité biologique la plus importante du néphron c'est la réabsorption.

Le glomérule, c'est un filtre. On peut avoir éventuellement lors de maladie glomérulaire : des passages de protéines (*protéinurie, albuminurie, etc...*). Un des signes d'insuffisance rénale, de glomérulonéphrite aiguë (*Réponse immunologique à une infection, habituellement streptococcique, entraînant des lésions glomérulaires rénales. D'autres germes peuvent également en être responsables. Elle est particulièrement fréquente chez l'enfant et se caractérise cliniquement par un syndrome néphritique aigu, l'apparition brutale ou rapidement progressive d'œdèmes, d'une hypertension artérielle avec urines "bouillon sale" ou franchement hématuriques, d'une protéinurie abondante, d'une insuffisance rénale et, histologiquement, par des lésions inflammatoires diffuses glomérulaires avec prolifération endocapillaire et exsudats*).

- œdèmes d'apparition brutale ou rapidement progressive, diffus, déclives, pouvant toucher les membres inférieurs, les lombes, les mains, le visage, les séreuses avec douleurs abdominales, les poumons, le cerveau, avec prise de poids
- Hypertension artérielle, parfois très sévère, avec signes de rétinopathie hypertensive

Q : expliquer pourquoi le fait que, de manière patho, si le rein ne réabsorbe plus les protéines créer des œdèmes au niveau des mb inférieur. ?

R : \searrow pression oncotique donc défaut de réabsorption du liquide extraçR et action de la pesanteur : la pression hydrostatique faisant : au niveau des membres inférieur : plus de sortie



Perte de GR : hématurie macro ou microscopique (*perte non visible à l'œil nu mais décelable au microscope*).

Dans le glomérule, il y a la capsule de Bowman : membrane et \varnothing du tube : podocyte et l'urine primitive dans la chambre de filtration glomérulaire passe dans le TCP : 75% de réabsorption de l'eau.

Q : étant donné que l'on connaît le mécanisme par lequel l'urine primitive se forme, la réabsorption se fait par diffusion facilitée ?

R : c'est la même concentration. Pour faire rentrer l'eau, d'abord faire rentrer les ions donc d'abord transport actif de sodium puis ensuite mouvement d'eau.

L'anse de Henlé : crée un gradient de contraction du LEçR : concentrateur à créer un gradient de concentration. Le tube contourné distale : absorption sécrétion de proton, de K, de métabolite toxique. Une fois que l'urine est mûr : envoyé dans le tube collecteur va récupérer de l'eau pour concentrer l'urine.

